

УДК 633:551.586

## Агроклиматические ресурсы Северного Казахстана

**С.С. Байшолонов<sup>1\*</sup>, В.Н. Павлова<sup>2</sup>, А.Р. Жакиева<sup>1</sup>,  
Д.А. Чернов<sup>3</sup>, М.С. Габбасова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Филиал ТОО «Институт географии» Министерства образования и науки  
Республики Казахстан, г. Астана, Казахстан;

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной  
метеорологии, г. Обнинск, Россия;

<sup>3</sup> Казахстанско-немецкий университет, г. Алматы, Казахстан

\*saken\_baisholan@mail.ru

В статье приводится агроклиматическое зонирование территории Северного Казахстана по теплообеспеченности и влагообеспеченности. На территории Северо-Казахстанской области выделены 3 агроклиматические зоны, Костанайской области – 4 зоны, Акмолинской области – 4 зоны, Павлодарской области – 3 зоны. Здесь продолжительность вегетационного периода колеблется от 135 до 170 суток. Ресурсы солнечной радиации и тепла достаточны для оптимальной жизнедеятельности сельскохозяйственных культур. Проведена оценка биоклиматического потенциала зерносеющей территории Северного Казахстана, что составляет от 30 до 50 ц/га в урожайности яровой пшеницы. При этом верхний уровень использования биоклиматического потенциала составляет 50 %. Также территория Северного Казахстана по климатической засушливости вегетационного периода подразделена на 4 зоны.

*Ключевые слова:* вегетационный период, агроклиматические зоны, коэффициент увлажнения, сумма температур, биоклиматический потенциал, засуха

## Agroclimatic resources of the North Kazakhstan

**S.S. Baysholanov<sup>1\*</sup>, V.N. Pavlova<sup>2</sup>, A.R. Zhakieva<sup>1</sup>,  
D.A. Chernov<sup>3</sup>, M.S. Gabbasova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> The establishment of the branch of LLP “Institute of Geography”  
in Astana Republic of Kazakhstan;

<sup>2</sup> All-Russian Research Institute of Agricultural Meteorology, Obninsk,  
Kaluzhsky region, Russia;

<sup>3</sup> Kazakh-German University, Almaty, Republic of Kazakhstan

\*saken\_baisholan@mail.ru

Division of the North Kazakhstan territory into zones in terms of agroclimatology (heat provision and humidity provision) is presented in the article. The North Kazakhstan territory comprises 3 zones, the Kastanai region comprises 4 zones, Akmola region – 4 zones, Pavlodar region – 3 zones. Here the vegetation term varies from 135 to 170 days. The resources of solar radiation and heat create optimal conditions for agricultural crops. The bioclimatic potential of the North Kazakhstan territory used for crops cultivation is estimated: it is from 30 to 50 centners/ha for spring wheat productivity. Herewith the upper level of the use of the climatic potential constitutes 50 %. The territory of the North Kazakhstan is also subdivided into 4 zones as to climatic aridity of the vegetation period.

*Keywords:* vegetation period, agroclimatic zones, humidity index, sum of temperatures, bioclimatic potential, drought

## Введение

Климатические и погодные условия определяют условия роста, развития и формирования урожая сельскохозяйственных культур. Знание об агроклиматических ресурсах территории является необходимым для возделывания сельскохозяйственных культур.

В Казахстане первый научный труд по агроклиматическим ресурсам «Агроклиматическое районирование Казахстана» был опубликован П.И. Колосковым в 1947 году. В 1955 году под редакцией Ф.Ф. Давитая была опубликована монография «Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель». Также надо отметить выпущенную в 1959 году монографию А.С. Утешова «Климат Казахстана».

В 50–60-х годах XX века были выпущены агроклиматические справочники по всем областям Казахстана, в том числе по северным областям в 1958 году (Северо-Казахстанская, Костанайская, Акмолинская, Павлодарская). Позже агроклиматические справочники были переизданы как агроклиматические ресурсы областей, по Костанайской области в 1969 году, по Павлодарской области в 1971 году. Также в 1975–1978 гг. справочники были переизданы по западным, южным, центральным и восточным областям Казахстана.

В настоящее время данные справочники информационно и технологически устарели, так как в основу их расчетов и районирования были положены данные по 1975 год (по северным областям – по 1956 и 1967 годы).

С тех пор произошли значимые изменения климата и биоклиматического потенциала территории. Например, за последние 70 лет в среднем по Казахстану среднегодовая температура воздуха повышалась со скоростью 0,28 °С каждые 10 лет. Более значимые изменения наблюдались на севере, западе и юге Казахстана (на 0,30–0,37 °С каждые 10 лет) [16]. Наши расчеты показали, что в северных областях Казахстана сумма активных температур воздуха выше 10 °С увеличилась на 160–200 °С. Сумма осадков холодного периода увеличилась на 4–20 %, теплового периода – сократилась на 2–12%. Коэффициент увлажнения сократился на 2–9 %, что указывает на ухудшение влагообеспеченности вегетационного периода [16].

Соответственно возникла необходимость переоценки агроклиматических ресурсов на основе современных физико-математических моделей и геоинформационных систем.

С 2015 года в ТОО «Институт географии» Министерства образования и науки Республики Казахстан под руководством доцента С.С. Байшолонова проводится научное исследование по теме № 5041/ГФ4 «Агроклиматические ресурсы Республики Казахстан в условиях изменения климата», где предусматривается подготовка научно-прикладных агроклиматических справочников по четырем северным и двум западным

областям Казахстана. В справочниках рассмотрены климатические условия, агроклиматические ресурсы, почвенный покров, неблагоприятные погодные явления, сроки проведения агротехнических мероприятий, районирование сельскохозяйственных культур и т. д. Основные показатели иллюстрированы в виде цветных карт в масштабе 1:2500000, в количестве более 20 единиц.

Данная статья подготовлена на основе результатов вышеназванного проекта и посвящена оценке основных агроклиматических ресурсов, агроклиматическому зонированию, оценке биоклиматического потенциала и засушливости климата в северной зерносеющей территории Казахстана.

В северные зерносеющие области Казахстана, где сосредоточено 73 % посевных площадей сельскохозяйственных культур, входит Северо-Казахстанская, Костанайская, Акмолинская и Павлодарская область. Изучаемая нами территория четырех областей расположена в лесостепной, степной, сухостепной и полупустынной природных зонах.

Для комплексной оценки агроклиматических ресурсов проводится агроклиматическое зонирование (районирование) территории по основным агроклиматическим показателям вегетационного периода. Основными агроклиматическими факторами в Казахстане являются показатели влагообеспеченности и теплообеспеченности вегетационного периода. Зонирование территории по тепло- и влагообеспеченности облегчает решение ряда практических и научных задач в сельском хозяйстве. Например, на их основе можно провести агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур. По агроклиматическим зонам можно распределить сроки проведения агротехнических мероприятий (сев, уборка, обработка почвы и др.), распределить показатели неблагоприятных погодных явлений и т. д. Такое распределение дает возможность систематизации их по территории.

### **Исходные данные и методы исследования**

При проведении исследований были использованы данные 70 метеорологических станций РГП «Казгидромет» Министерства энергетики Республики Казахстан за период 1981–2016 годов.

Многолетние данные были обработаны общепринятыми методами статистической и климатологической обработки данных. Агроклиматические карты были построены с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.1.

Рост и развитие растений начинается в дату устойчивого перехода суточной температуры воздуха выше уровня ее биологической минимальной температуры. Для большинства растений и сельскохозяйственных культур этот предел равен 5 °С (ранние яровые), для поздних яровых культур – 10 °С, а для теплолюбивых культур – 15 °С.

В умеренных широтах продолжительность периода со средней

суточной температурой воздуха выше 10 °С соответствует вегетационному периоду большинства культурных растений. Здесь ограничивающим фактором является заморозки. Поэтому продолжительность вегетационного периода обобщенно характеризуется продолжительностью периода между весенней и осенней датами устойчивого перехода температуры воздуха через 10 °С.

Для растений наиболее важным фактором являются ресурсы солнечной радиации. Оценка световых ресурсов вегетационного периода обычно проводится по распределению фотосинтетически активной радиации (ФАР).

В ранее изданных агроклиматических справочниках при агроклиматическом районировании использовалась сумма активных температур воздуха выше 10 °С и гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК). Нами же для агроклиматического зонирования территории Казахстана была использована сумма активных температур воздуха выше 10 °С и коэффициент увлажнения ( $K$ ), предложенный С.С. Байшолановым для условий Казахстана [7].

Коэффициент увлажнения  $K$  схож с коэффициентами увлажнения, предложенными Д.А. Бринкеном, С.А. Сапожниковой и Ю.И. Чирковым, Л.С. Кельчевской [10], Л.С. Кельчевской и Ю.С. Мельником [6]. В нем для условий Казахстана коэффициент аккумуляции осадков холодного периода берется равный 0,5, а коэффициент учета температуры воздуха – 0,12:

$$K = \frac{0,5 \sum R_{11-4} + \sum R_{5-8}}{0,12 \sum T_{5-8}}, \quad (1)$$

где  $\sum R_{11-4}$  – сумма осадков за ноябрь–апрель;  $\sum R_{5-8}$  – сумма осадков за май–август;  $\sum T_{5-8}$  – сумма температур воздуха за май–август.

В многолетнем разрезе (1981–2016 гг.) коэффициент  $K$  имеет довольно тесную связь с ГТК и среднеобластной урожайностью яровой пшеницы. Например, в четырех северных областях Казахстана коэффициент корреляции между урожайностью пшеницы и  $K$  колеблется от 0,64 до 0,79, а с ГТК – от 0,63 до 0,74. Связь между  $K$  и ГТК характеризуется коэффициентом корреляции 0,97–0,98. Такие показатели дают основание для использования  $K$  на практике для оценки условий увлажнения.

В различных индексах увлажнения коэффициент учета температуры воздуха (для характеристики испаряемости) составляет от 0,10 (Г.Т. Селянинов, Н.В. Бова, Л.С. Кельчевская, Е.С. Уланова) до 0,18 (М.И. Будыко). Нами экспериментальным путем было подобрано значение 0,12, чтобы в условиях Казахстана дефицит увлажнения (засушливость) соответствовал значениям менее 1,0 и оценочные градации были схожи с ГТК.

С помощью ГТК можно оценить атмосферную засуху и засушливость климата. Коэффициент увлажнения  $K$ , учитывающий осадки холодного и теплого периодов, а также температурные условия теплого периода, достаточно объективно характеризует влагообеспеченность вегетационного периода сельскохозяйственных культур, т. е. более адекватно характеризует условия увлажнения, нежели ГТК.

Для зонирования были установлены градации уровней термических условий и условий увлажненности. Для оценки уровня термических условий суммы активных температур воздуха выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\Sigma T_{10}$ ) были взяты с шагом  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  в пределах, наблюдаемых на территории Казахстана. Для оценки уровня увлажненности (засушливости) коэффициенты увлажнения  $K$  были взяты с шагом 0,2 в пределах, наблюдаемых на равнинной территории Казахстана.

Для оценки биоклиматического потенциала (БКП) территории была использована имитационная система «Климат-почва-урожай», разработанная во Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственной метеорологии (ФГБУ «ВНИИСХМ»). БКП является комплексной величиной, характеризующей общую потенциальную продуктивность земли, учитывая основные факторы климата и плодородия почвы. Урожай, полученный в результате имитации, представляет собой искомую оценку биоклиматического потенциала [1, 12]. В качестве входной информации используются данные метеорологических и агрометеорологических наблюдений, а также данные о водно-физических свойствах почвы и уровне ее плодородия. В нашем случае БКП характеризуется урожайностью яровой пшеницы (в ц/га).

Существуют множество методов оценки засухи. Прямым показателем засухи являются запасы продуктивной влаги (ЗПВ) в почве. В Казахстане, в связи с разреженностью сети измерения ЗПВ, очень сложно проводить полноценную оценку засухи. Поэтому для оценки засухи широко используются различные косвенные методы.

Как не существует универсального определения понятия засухи, так не существует и единого индекса или показателя, который мог бы характеризовать все типы засух, климатических режимов и секторов, подвергающихся воздействию засухи, и применяться к ним [13]. В справочнике ВМО [13] описаны основные индексы и показатели засушливости, используемые сегодня в мире.

На территории стран СНГ широко используются: гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), коэффициенты увлажнения Д.И. Шашко (Md), П.И. Колоскова, А.В. Процера, Н.Н. Иванова, Л.С. Кельчевской, Д.А. Бринкена, С.А. Сапожниковой и Ю.И. Чиркова, показатель засушливости Д.А. Педя и т. д. [2, 6, 10].

В США используются индекс Палмера (PDSI), стандартизированный индекс осадков (SPI), индекс критического содержания воды в посевах (CWSI), а в горной местности – индекс запаса поверхностной влаги (SWSI) и т. д.

В 2014–2015 годах в Казгидромете была проведена работа по внедрению в практику мониторинга засухи системы расчета SPI. Идентификация засухи с помощью SPI показала удовлетворительные результаты. Однако сравнение с ГТК выявило увеличение погрешности SPI в определенных условиях [9].

В [14] для оценки интенсивности атмосферных засух в зерновых районах Российской Федерации в качестве основного показателя был использован ГТК. Также для мониторинга атмосферно-почвенных засух используется агрометеорологический коэффициент увлажнения (АКУ), включающий в себе ГТК и ЗПВ [15].

Сегодня в России для ежедекадного мониторинга засухи успешно применяется система комплексной оценки засух и засушливых явлений, разработанная в ФГБУ «ВНИИСХМ» Росгидромета. В системе для оценки засухи используются восемь показателей, включая ГТК, Md и ЗПВ [8, 15]. После проведения определенных мер (автоматизация и интегрирование базы данных и т. д.) использование данной системы планируется и в Казгидромете.

Многолетняя практика показала, что для оценки засухи и засушливости климата в условиях Казахстана наиболее подходящим является ГТК Селянинова, рассчитанный за период май–август [2, 11]:

$$ГТК_{5-8} = \frac{\sum R_{5-8}}{0,1 \sum t_{5-8}}, \quad (2)$$

где  $ГТК_{5-8}$  – ГТК за май-август;  $\sum R_{5-8}$  – сумма осадков за май–август;  $\sum t_{5-8}$  – сумма среднесуточных температур воздуха за май–август.

В условиях Казахстана для оценки атмосферной засухи в период май–август используется критерии ГТК, приведенные в табл. 1.

**Таблица 1.** Критерии оценки засухи по ГТК  
**Table 1.** Criteria of the assessment of droughts as shown by the hydrothermal index

ГТК <sub>5-8</sub>	Интенсивность засухи
< 0.40	Очень засушливо
0.40–0.59	Умеренно засушливо
0.60–0.79	Слабо засушливо
≥ 0.80	Не засушливо

В [11] на основе среднемноголетних значений ГТК за май–август было проведено обобщенное зонирование всей территории Казахстана по засушливости климата. По климатической засушливости вегетационного периода вся территория республики была подразделена на четыре зоны.

## Результаты исследований

**Продолжительность вегетационного периода.** Для определения продолжительности вегетационного периода определялись весенние и осенние даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5, 10 и 15 °С за многолетний период (1981–2016 гг.). Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше через 10 °С была принята за продолжительность вегетационного периода. Как видно на рис. 1, продолжительность вегетационного периода колеблется от 135 суток на севере Северо-Казахстанской области до 170 суток на юге Костанайской области. Надо отметить, что весной температура воздуха устойчиво переходит через 10 °С на севере изучаемой территории 10 мая, в центральной части – 1–5 мая, на юге – 20–25 апреля. Осенью температура воздуха обратно переходит через 10 °С на севере изучаемой территории 20 сентября, в центральной части – 25 сентября, на юге – 1 октября.

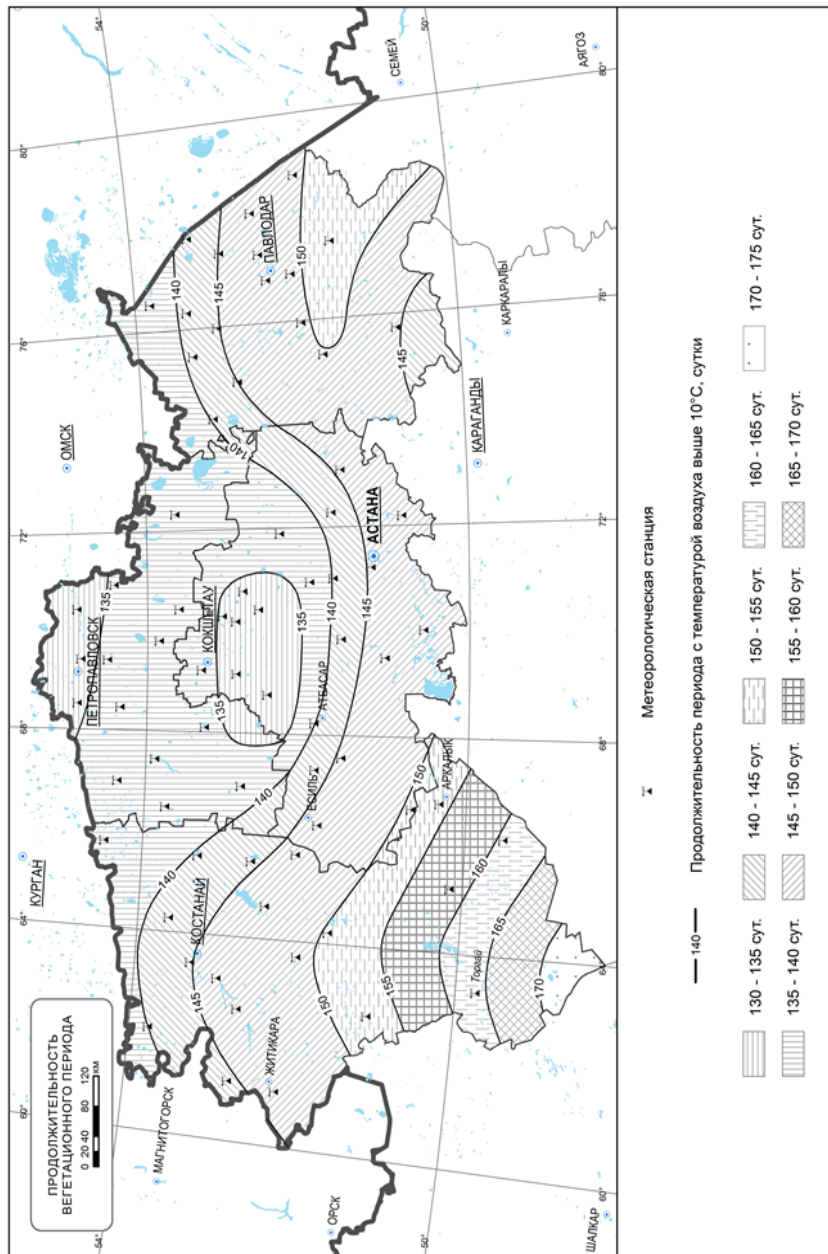
**Ресурсы солнечной радиации.** Оценка световых ресурсов вегетационного периода была проведена по распределению фотосинтетически активной радиации.

На территории Северного Казахстана в вегетативно активный период (с мая по август) месячные суммы ФАР при средней облачности составляют на севере 270–330 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), на юге – 320–370 МДж/(м<sup>2</sup>·мес). Максимальное значение ФАР наблюдается в июне. Эти значения ФАР являются достаточными для жизнедеятельности сельскохозяйственных культур.

Территория Северного Казахстана простирается в пределах 49–55° с. ш. В вегетационный период продолжительность светового дня на севере территории составляет 15–17 часов, а на юге – 14–16 часов. Для растений длинного дня нормальная продолжительность освещения в сутки составляет 15–18 часов, а для растений короткого дня – 12–14 часов. Соответственно, территория Северного Казахстана подходит для роста и развития растений длинного дня. Надо отметить, что на изучаемой территории с мая по август месяц средние месячные значения продолжительности солнечного сияния (по гелиографу) составляют на севере 9–10 часов, на юге – 11–12 часов в сутки. Таким образом, в Северном Казахстане ресурсы солнечной радиации в естественных условиях достаточны для оптимальной жизнедеятельности сельскохозяйственных культур и больше подходят для растений длинного дня.

**Ресурсы тепла.** На территории Северного Казахстана за период с температурой воздуха выше 5 °С в среднем накапливается от 2500 до 3300 °С тепла, и их количество растет с севера на юг. За период с температурой воздуха выше 10 °С накапливается 2200–3000 °С тепла. Применительно к теплолюбивым культурам (при температуре выше 15 °С) ресурсы тепла составляют 1600–2500 °С.

Для оценки соответствия ресурсов тепла требованиям культур определяются значения сумм температур при различной обеспеченности. Принято считать, что 80–90%-ная обеспеченность растений теплом является хорошей [10].



**Рис. 1.** Продолжительность вегетационного периода в Северном Казахстане.  
**Fig. 1.** Duration of the vegetation period in the North Kazakhstan.



Северная часть исследуемой территории на 90 % обеспечена 2000 °С сумм активных температур воздуха выше 10 °С, что удовлетворяет требования мягких и твердых сортов пшеницы, но недостаточно для подсолнечника и кукурузы. Центральная часть исследуемой территории на 90 % обеспечена 2300 °С тепла, что удовлетворяет требования мягких и твердых сортов пшеницы, среднеспелых и позднеспелых сортов подсолнечника, раннеспелых сортов кукурузы. На юге на 90 % обеспечено 2800 °С тепла, что достаточно для пшеницы, всех сортов подсолнечника, а также от раннеспелых до среднепозднеспелых сортов кукурузы.

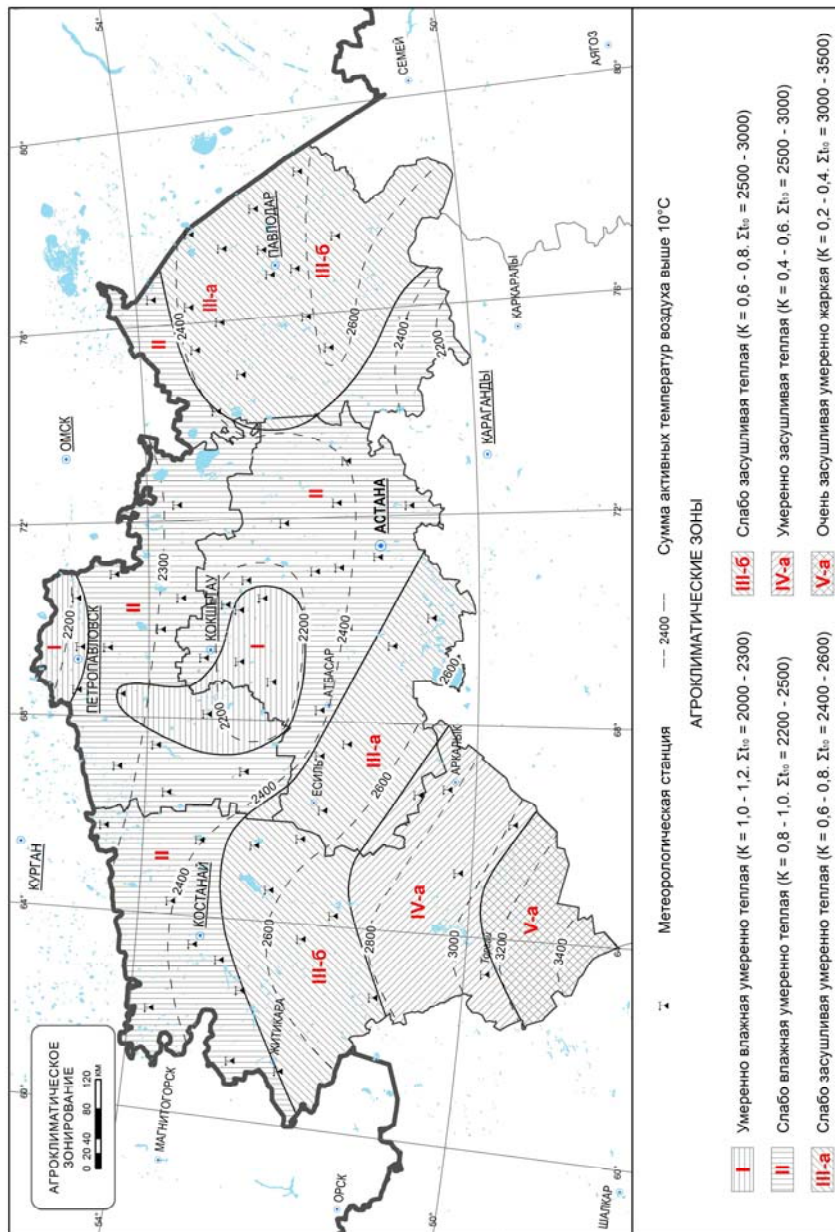
**Агроклиматические зоны.** Зонирование территории Северо-Казахстанской области по теплообеспеченности и влагообеспеченности нами было представлено в [3], Акмолинской области – в [4]. В [5] приводится карта зонирования всей северной зерносеющей территории Казахстана по влагообеспеченности вегетационного периода.

Анализ распределения по территории Казахстана значения коэффициента увлажнения  $K$  и сумм активных температур воздуха выше 10 °С позволил выделить на равнинной территории Казахстана шесть агроклиматических зон. При этом зоны с III по VI по термическим условиям подразделяются на подвиды (а) и (б). Названия зон и предельные значения  $K$  и сумм температур  $\Sigma T_{10}$  приведены в табл. 2.

**Таблица 2.** Агроклиматические зоны на равнинной территории Казахстана  
**Table 2.** Agroclimatic zones on the planes of Kazakhstan

№ зоны	Название зоны	$K$	$\Sigma T_{10}, ^\circ C$
I	Умеренно влажная умеренно теплая	1.0–1.2	2000–2300
II	Слабовлажная умеренно теплая	0.8–1.0	2200–2500
III	а) Слабо засушливая умеренно теплая	0.6–0.8	2400–2500
	б) Слабо засушливая теплая		2500–3000
IV	а) Умеренно засушливая теплая	0.4–0.6	2500–3000
	б) Умеренно засушливая умеренно жаркая		3000–3500
V	а) Очень засушливая умеренно жаркая	0.2–0.4	3000–3500
	б) Очень засушливая жаркая		3500–4000
VI	а) Сухая жаркая	< 0.2	3500–4000
	б) Сухая очень жаркая		> 4000

В северной зерносеющей территории Казахстана, включающей четыре области, выделяются пять агроклиматических зон. Шестая зона располагается южнее исследуемой территории [5]. При этом третья зона имеет 2 подвида (III-а, III-б), отличающиеся термическими условиями (рис. 2).



**Рис. 2.** Агроклиматические зоны Северного Казахстана.  
**Fig. 2.** Agroclimatic zones of the North Kazakhstan.

Надо отметить, что на карте агроклиматического зонирования для снижения нагрузки убраны слои с границами районов, с населенными пунктами, водными объектами и основными автомагистралями. На практике эти объекты являются ориентирами для определения фермерами мест расположения своих посевных полей.

Зона I – Умеренно влажная умеренно теплая, занимает северную окраину Северо-Казахстанской области, а также территорию Кокшетауской возвышенности, расположенной в Северо-Казахстанской и Акмолинской областях.

Зона II – Слабовлажная умеренно теплая, занимает северную часть Костанайской области, основную территорию Северо-Казахстанской области, окаймляет Кокшетаускую возвышенность и занимает центральную и северную части Акмолинской области, а также северную и юго-западную окраину Павлодарской области.

Зона III-а – Слабо засушливая умеренно теплая, занимает юго-западный край Северо-Казахстанской области, юго-западную часть Акмолинской области и центральную часть Павлодарской области.

Зона III-б – Слабо засушливая теплая, расположена в северной половине центральной части Костанайской области, а также занимает юго-восточную часть Павлодарской области.

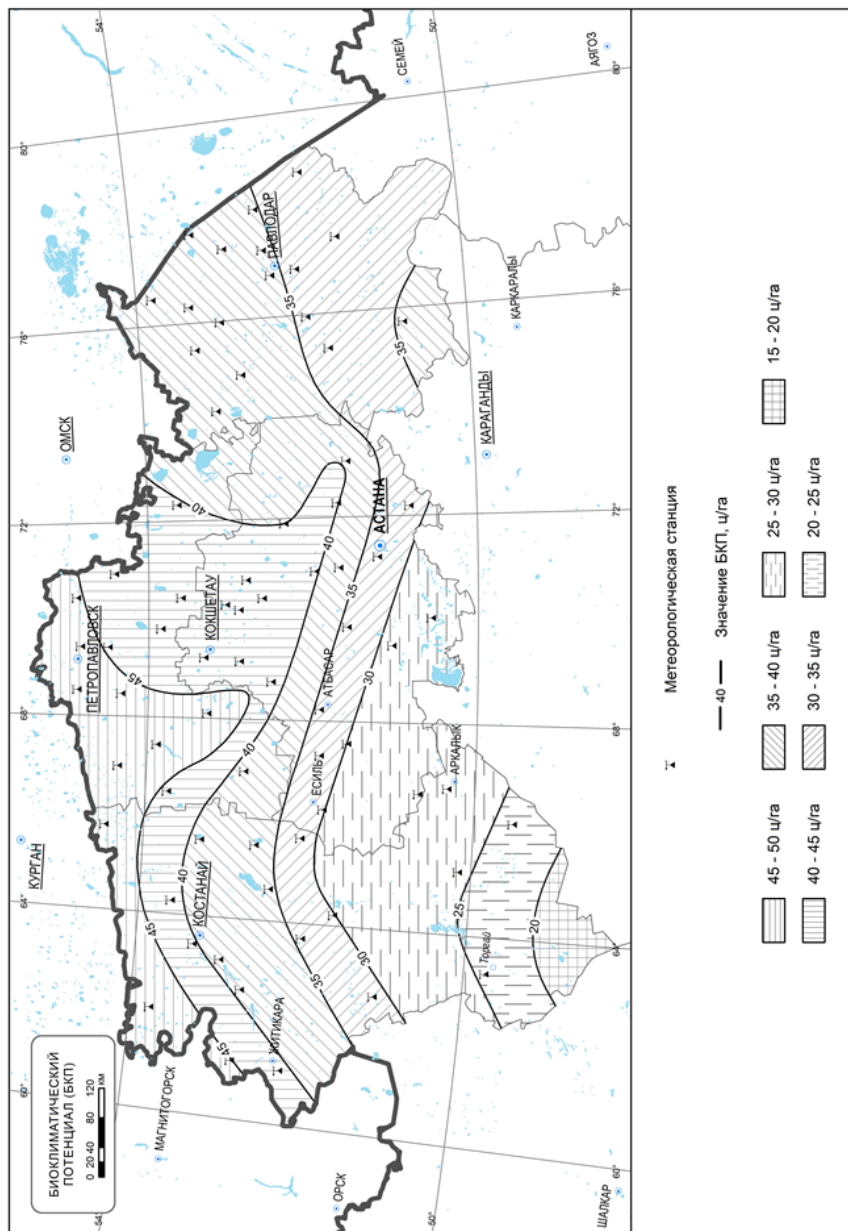
Зона IV-а – Умеренно засушливая теплая, занимает преобладающую часть южной половины Костанайской области и юго-западную окраину Акмолинской области.

Зона V-а – Очень засушливая умеренно жаркая, занимает южную окраину Костанайской области.

**Биоклиматический потенциал.** Для комплексной оценки почвенно-климатического потенциала с помощью имитационной системы «Климат-почва-урожай» был рассчитан биоклиматический потенциал территории Северного Казахстана. В нашем случае БКП характеризует урожайность яровой пшеницы при естественном увлажнении территории.

На рис. 3 приведена карта биоклиматического потенциала территории Северного Казахстана. На карте для снижения нагрузки убраны слои с границами районов, населенными пунктами, водными объектами и основными автомагистралями. Если пространственное распределение климатических показателей более устойчиво по территории, то почвенные показатели (тип, механический состав, балл бонитет) распределяются не равномерно. Поэтому изолинии БКП характеризуют общую закономерность их пространственного распределения по исследуемой территории.

Высоким значением БКП (45–50 ц/га) характеризуется территория, включающая северо-западную и северную окраину Костанайской области, северную часть и центр Северо-Казахстанской области. Здесь высокое значение БКП обеспечивается плодородной почвой (южные черноземы) и хорошими условиями увлажнения атмосферными осадками. Далее на юг и юго-восток исследуемой территории значение БКП снижается.



**Рис. 3.** Биоклиматический потенциал территории Северного Казахстана.  
**Fig. 3.** Bioclimatic potential of the North Kazakhstan territory.

На юго-западе и юго-востоке Северо-Казахстанской области БКП превышает 35 ц/га. На зерносеющей территории (северная половина) Костанайской области БКП составляет выше 30 ц/га. В северной части Акмолинской области БКП составляет 40-45 ц/га, в центральной части и на востоке – 30–40 ц/га, а на юге, где очень мало посевных площадей – 25–30 ц/га. В северной половине Павлодарской области, а также в районе Баянауылских гор БКП составляет 35–40 ц/га, а в южной половине области – 30–35 ц/га.

Анализ показал, что максимальная урожайность яровой пшеницы по административным районам областей составляет около 50 % от БКП. Это означает, что в Северном Казахстане верхний уровень использования биоклиматического потенциала составляет примерно 50 %. Это указывает на недостаточно высокий уровень земледелия в Казахстане, но в то же время – на имеющийся потенциал. К примеру, западноевропейский уровень использования БКП составляет 80–85 %.

**Засушливость вегетационного периода.** В Казахстане самым распространенным и опасным агрометеорологическим явлением является засуха. Анализ случаев неблагоприятных погодных явлений, вызвавших значительное или полное уничтожение посевов на территории Казахстана за 2005–2010 годы, показал, что доля атмосферной и почвенной засухи составляет около 80 %, в то время как ливневого дождя и града – 14 %, заморозков – 2 %, переувлажнения почвы – 2 %, сильных морозов и сильных ветров – по 1 % [2]. Поэтому была проведена оценка засушливости климата по ГТК<sub>5,8</sub>, на основе многолетних (1981–2016 гг.) данных. Оценка климатической засушливости вегетационного периода показала, что на территории Северного Казахстана имеются все четыре категории засушливости (рис. 4).

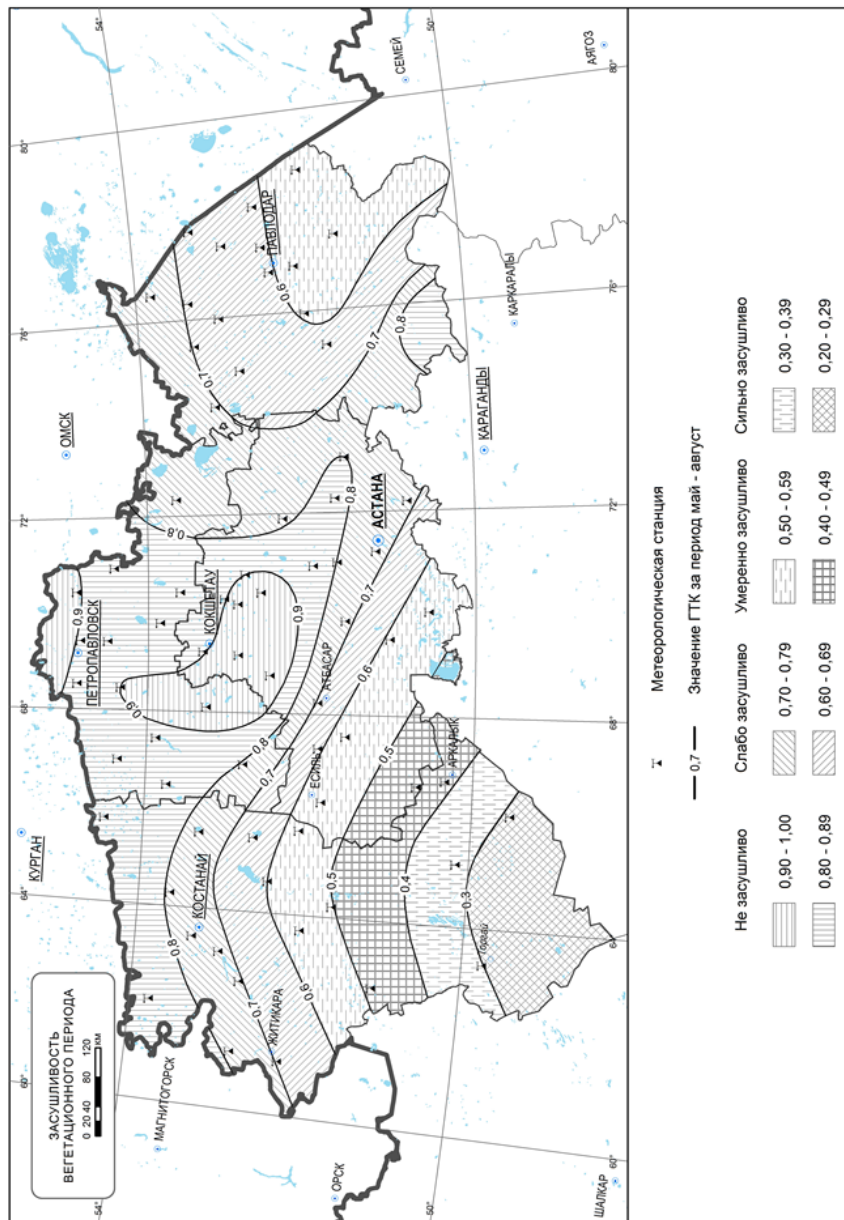
Климатически вегетационный период является «не засушливым» почти на всей территории Северо-Казахстанской области, на крайнем севере Костанайской области, в северной части Акмолинской области, а также в районе Баянауылских гор на юге Павлодарской области. В этой зоне ГТК<sub>5,8</sub> составляет от 0,8 до 1,0.

Вегетационный период является климатически «слабо засушливым» на крайнем юго-западе Северо-Казахстанской области, в северной части Костанайской области, в центральной, юго-восточной и восточной частях Акмолинской области, а также в северной и юго-западной частях Павлодарской области. Здесь ГТК<sub>5,8</sub> составляет от 0,6 до 0,8.

Вегетационный период является «умеренно засушливым» в центральной части Костанайской области, юго-западной части Акмолинской области, а также в юго-восточной части Павлодарской области, где ГТК<sub>5,8</sub> составляет от 0,4 до 0,6.

В южной части Костанайской области климатически вегетационный период является «сильно засушливым», где ГТК<sub>5,8</sub> составляет менее 0,4.

Таким образом больше половины территории Северного Казахстана, где возделываются сельскохозяйственные культуры в условиях естественного увлажнения, является не засушливым и слабозасушливым.



**Рис. 4.** Засушливость вегетационного периода в Северном Казахстане.  
**Fig. 4.** Aridity of the vegetation period in the North Kazakhstan.

## Выводы

В Северном Казахстане продолжительность вегетационного периода колеблется от 135 суток на севере Северо-Казахстанской области до 170 суток на юге Костанайской области. Ресурсы солнечной радиации в естественных условиях достаточны для оптимальной жизнедеятельности сельскохозяйственных культур и больше подходят для растений длинного дня.

Тепловые ресурсы северной части исследуемой территории удовлетворяют требования мягких и твердых сортов пшеницы, но недостаточны для подсолнечника и кукурузы. На юге тепловые ресурсы достаточны для пшеницы, всех сортов подсолнечника и для среднепозднеспелых сортов кукурузы.

Анализ пространственного распределения показателей тепло- и влагообеспеченности позволил выделить на территории Северного Казахстана пять агроклиматических зон.

При этом третья зона имеет два вида (III-а, III-б), отличающиеся термическими условиями. В Северо-Казахстанской области выделяются три агроклиматические зоны, в Костанайской области – четыре зоны, в Акмолинской области – четыре зоны, в Павлодарской области – три зоны.

Оценка показала, что на зерносеющей территории Северного Казахстана биоклиматический потенциал составляет от 30 до 50 ц/га в урожайности яровой пшеницы. При этом верхний уровень использования биоклиматического потенциала составляет около 50 %, что указывает на недостаточно высокий уровень земледелия в Казахстане.

Территория Северного Казахстана по климатической засушливости вегетационного периода подразделяется на четыре зоны, от «не засушливой» на севере, до «сильно засушливой» на юге. При этом больше половины территории является «не засушливой» и «слабо засушливой».

Приведенные выше результаты будут полезны при решении хозяйственных и научных задач в сельском хозяйстве, например, при рациональном размещении сельскохозяйственных культур, при принятии управленческих решений, разработке научных рекомендации и т. д.

## Список литературы

1. *Абашина Е.В., Сиротенко О.Д.* Прикладная динамическая модель формирования урожая для имитационных систем агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства // Труды ВНИИСХМ. 1986. Вып. 21. С. 13-18.
2. *Байшоланов С.С.* О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. Алматы: Казгидромет, 2010. № 3. С. 27-38.
3. *Байшоланов С.С., Мусатаева Г.Б., Павлова В.Н., Муканов Е.Н., Чернов Д.А., Жакиева А.Р.* Оценка агроклиматических ресурсов Северо-Казахстанской области // Вестник КазНУ. Серия географическая. Алматы: КазНУ, 2015. Вып. 2(41) С. 151-159.
4. *Байшоланов С.С., Муканов Е.Н., Чернов Д.А., Жакиева А.Р.* Агроклиматические особенности вегетационного периода в Акмолинской области // Гидрометеорология и экология. Алматы: Казгидромет, 2016. № 2. С. 27-37.

5. Байшолонов С.С., Полевой А.Н. Оценка влагообеспеченности вегетационного периода в северной зерносеющей территории Казахстана // Физическая география и геоморфология: Научный сборник. К.: Киевский национальный университет им. Т. Шевченко, 2016, Вып. 3(83), с. 95-102.
6. Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 512 с.
7. Григорук В.В., Аюлов А.М., Долгих С.В., Байшолонов С.С. Ақмолинская область: климат и урожай. Алматы, 2012. 88 с.
8. Зойдзе Е.К., Хомякова Т.В. Основы оперативной системы оценки развития засух и ее опыт экспериментальной эксплуатации // Труды ВНИИСХМ. 2002. Вып. 34. С. 48-66.
9. Кожжахметов П.Ж., Искаков Е.А., Байбазаров Д. Использование стандартизированного индекса осадков (СИО) для выявления засух в Казахстане // Гидрометеорология и экология. Алматы: Казгидромет, 2016. № 1. С. 22-32.
10. Лосев А.П. Практикум по агроклиматическому обеспечению растениеводства. СПб.: Гидрометеоздат, 1994. 243 с.
11. Муканов Е.Н., Байшолонов С.С. Районирование и оценка засушливости вегетационного периода на территории Казахстана // Материалы международной научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы прикладной гидрометеорологии». Одесса: ОДЕКУ, 2012. С. 100-104.
12. Павлова В.Н., Сиротенко О.Д., Абашина Е.В. Методика оценки агроклиматических условий для мониторинга изменений современного климата на территории РФ. 2013. URL: <http://method.meteorf.ru>. (дата обращения: 05.04.2017).
13. Справочник по показателям и индексам засушливости // ВМО-№ 173. 2016. 60 с.
14. Страшная А.И., Максименкова Т.А., Чуб О.В. Агрометеорологические особенности засухи 2010 года в России по сравнению с засухами прошлых лет // Труды Гидрометцентра России. 2011. Вып. 345. С. 194-214.
15. Страшная А.И., Пурина И.Э., Чуб О.В., Задорнова О.И., Чекулаева Т.С. Автоматизированная технология мониторинга и расчета количества декад с почвенной и атмосферно-почвенной засухой под зерновыми культурами // Труды Гидрометцентра России. 2013. Вып. 349. С. 150-160.
16. III-VI Национальное Сообщение Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Астана, 2013. 274 с.

## References

1. Abashina E.V., Sirotenko O.D. Prikladnaya dinamicheskaya model' formirovaniya urozhaya dlya imitatsionnykh sistem agrometeorologicheskogo obespecheniya sel'skogo khozyaistva. *Trudy VNIISKhM* [Trudy ARRIAM], 1986, vol. 21, pp. 13-18. [in Russ.].
2. Baisholanov S.S. O povtoryaemosti zasukh v zernoseyushchikh oblastiakh Kazakhstana [About repeatability of droughts in the regions of Kazakhstan sowing grain]. *Hydrometeorology and ecology*, Kazhydromet, 2010, no. 3, pp. 27-38. [in Russ.].
3. Baisholanov S.S., Musataeva G.B., Pavlova V.N., Mukanov E.N., Chernov D.A., Zhakieva A.R. Otsenka agroklimaticheskikh resursov Severo-Kazakhstanskoi oblasti [The estimation of agroclimatic resources of the North Kazakhstan region]. *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya* [KazNU Bulletin. Geography series], 2015, no. 2 (41), pp. 151-159. [in Russ.].
4. Baisholanov S.S., Mukanov E.N., Chernov D.A., Zhakieva A.R. Agroklimaticheskie osobennosti vegetatsionnogo perioda v Akmolinskoi oblasti [Agroclimatic features of the vegetation period in Akmolinsk region]. *Gidrometeorologiya i ekologiya* [Hydrometeorology and ecology], Алматы: Kazhydromet, 2016, no. 2, pp. 27-37. [in Russ.].
5. Baisholanov S.S., Polevoi A.N. Otsenka vlagoobespechennosti vegetatsionnogo perioda v severnoi zernoseyushchei territorii Kazakhstana. *Fizicheskaya geografiya i geomorfologiya* [Physical geography and geomorphology], Kiev: Kievskii natsional'nyi universitet im. T. Shevchenko Publ., 2016, vol. 3(83), pp. 95-102. [in Russ.].
6. Gordeev A.V., Kleshchenko A.D., Chernyakov B.A., Sirotenko O.D. Bioklimaticheskii potentsial Rossii: teoriya i praktika [Bioclimatic potential of Russia: theory and practice]. Moscow: Publishing House KMK Publ., 2006, 512 p. [in Russ.].



7. Grigoruk V.V., Ayulov A.M., Dolgikh S.V., Baisholanov S.S. Akmolinskaya oblast': klimat i urozhai. Almaty, 2012, 88 p. [in Russ.].

8. Zoidze E.K., Khomyakova T.V. Osnovy operativnoi sistemy otsenki razvitiya zasukh i ee opyt eksperimental'noi ekspluatatsii. *Trudy VNIISKhM* [Trudy ARRIAM], 2002, vol. 34, pp. 48-66. [in Russ.].

9. Kozhakhmetov P.Zh., Iskakov E.A., Baibazarov D. Ispol'zovanie standartizirovannogo indeksa osadkov (SIO) dlya vyyavleniya zasukh v Kazakhstane [Using Standardized Precipitation Index (SPI) for the drought detection in the Kazakhstan]. *Gidrometeorologiya i ekologiya* [Hydrometeorology and ecology], Алматы: Kazhydromet., 2016, no. 1, pp. 22-32. [in Russ.].

10. Losev A.P. Praktikum po agroklimaticheskomu obespecheniyu rastenievodstva. Saint-Petersburg: Gidrometeoizdat Publ., 1994, 243 p. [in Russ.].

11. Mukanov E.N., Baisholanov S.S. Raionirovanie i otsenka zasushlivosti vegetatsionnogo perioda na territorii Kazakhstana. *Proc. Int. Scientific Conference of young scientists "Actual problems of applied Hydrometeorology"*, Odessa: ODEKU Publ., 2012, pp. 100-104. [in Russ.].

12. Pavlova V.N., Sirotenko O.D., Abashina E.V. Metodika otsenki agroklimaticheskikh uslovii dlya monitoringa izmenenii sovremennogo klimata na territorii RF. 2013, available at: [www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/](http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/) [in Russ.].

13. *Spravochnik po pokazatelyam i indeksam zasushlivosti* [Handbook of Drought Indicators and Indices]. WMO, 2016 (WMO 1173). [in Russ.].

14. Strashnaya A.I., Maksimenkova T.A., Chub O.V. Agrometeorologicheskie osobennosti zasukhi 2010 goda v Rossii po sravneniyu s zasukhami proshlykh let. [Agrometeorological features of a drought of 2010 in Russia in comparison with droughts of last years]. *Trudy Gidromettsentra Rossii* [Proceedings of Hydrometcenter of Russia], 2011, vol. 345, pp. 194-214. [in Russ.].

15. Strashnaya A.I., Purina I.E., Chub O.V., Zadornova O.I., Chekulaeva T.S. Avtomatizirovannaya tekhnologiya monitoringa i rascheta kolichestva dekad s pochvennoi i atmosferno-pochvennoi zasukhoi pod zernovymi kul'turami [Automated monitoring technology and calculation of the number of decades with soil and atmospheric soil drought for the grain crops]. *Trudy Gidromettsentra Rossii* [Proceedings of Hydrometcenter of Russia], 2013, vol. 349, pp. 150-160. [in Russ.].

16. III-VI Natsional'noe Soobshchenie Respubliki Kazakhstan Ramochnoi konventsii OON ob izmenenii klimata [III-VI National Communication of the Republic of Kazakhstan under the UN Framework Convention on Climate Change]. Astana, 2013, 274 p. [in Russ.].

Поступила в редакцию 21.11.2017 г.  
Received by the editor 21.11.2017.